

## KINERJA KOAGULAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) DALAM PENJERNIHAN AIR SUNGAI KALIMAS SURABAYA MENJADI AIR BERSIH

Anton Budiman<sup>1)</sup>, Candra Wahyudi<sup>1)</sup>, Wenny Irawati<sup>2)</sup>, Herman Hindarso<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

*Poly Aluminium Chloride (PAC) sebagai koagulan dalam proses penjernihan air telah dilakukan penelitiannya dalam skala laboratorium untuk mengetahui kinerja PAC ini. Proses penjernihan air dilakukan pada sampel air sungai Kalimas Surabaya yang diambil di dekat lokasi Monumen Kapal Selam Surabaya. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah pH, turbiditas, Total Suspended Solid (TSS), dan Total Dissolved Solid (TDS) dari air sungai. Koagulan PAC yang digunakan memiliki karakteristik pH 4,35; basisitas 31,22%; kadar  $Al_2O_3$  4,5726%; kadar Cl 4,24%; densitas 1,095 gram/mL. Dari penelitian di laboratorium didapat hasil penelitian terbaik pengolahan air sungai Kalimas Surabaya pada musim hujan kadar PAC 75 ppm, waktu pengadukan 10 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm di mana nilai turbiditas air sungai hasil penjernihan 0,8 NTU, TSS 141,8 mg/L, pH larutan 5,86, dan TDS-mg/L. Pada musim kemarau hasil penelitian terbaik pada kadar PAC 50 ppm, waktu pengadukan 10 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm di mana nilai turbiditas hasil penjernihan air sungai 0,7 NTU, TSS 96,4 mg/L, pH larutan 6,53, dan TDS-mg/L.*

**Kata kunci:** air sungai, *Poly Aluminium Chloride* (PAC), koagulan, penjernihan, air bersih

### PENDAHULUAN

Sungai Kalimas Surabaya memiliki peranan yang sangat vital bagi masyarakat Surabaya. Selain sebagai jalur transportasi, air sungai juga digunakan sebagai tempat mandi dan cuci. Akan tetapi air sungai Kalimas yang berwarna coklat kehitaman secara kesehatan tidak memenuhi syarat fisis, kimiawi dan biologis. Berdasarkan Djayadiningrat (1995) air yang tercemar oleh limbah domestik berwarna abu-abu kehitaman, bau kurang sedap, dan keruh<sup>[1]</sup>. Dengan demikian, dapat diduga air sungai Kalimas sudah tercemar.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat Surabaya seperti untuk mandi, cuci, minum, dan lain sebagainya. Pemerintah kota Surabaya melakukan pengolahan air sungai Kalimas Surabaya yang dilakukan oleh pihak PDAM. Dalam pengolahannya, PDAM melakukan pengolahan air ini dengan beberapa metode pengolahan yaitu pengolahan secara fisis, kimiawi dan biologis. Pada pengolahan secara fisis, beberapa cara yang dilakukan adalah filtrasi, dan sedimentasi. Pada pengolahan secara biologis biasanya dilakukan untuk membunuh mikroorganisme yang patogen dengan pemberian bahan desinfektan. Pada pengolahan secara kimiawi, pengolahannya dilakukan dengan cara menambah suatu senyawa kimia yang biasanya disebut dengan koagulan dan flokulan di mana senyawa ini berfungsi sebagai

penjernih air<sup>[2]</sup>. Pada umumnya koagulan yang paling sering digunakan adalah Aluminium Sulfat atau biasanya sering disebut tawas. Tetapi saat ini telah ditemukan koagulan yang lebih baik kinerjanya daripada menggunakan tawas yaitu *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Jika dibandingkan dengan penggunaan koagulan Aluminium Sulfat, PAC memiliki beberapa keuntungan yaitu korosivitasnya rendah, flok yang dihasilkan lebih mudah untuk dipisahkan, dan pH air hasil pengolahannya tidak terlalu rendah<sup>[3]</sup>.

### TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan atau pemurnian air (*purification water*) adalah suatu cara yang dilakukan untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan yang terlarut dalam air, sehingga dihasilkan air yang dapat digunakan untuk kehidupan manusia, misalnya untuk air minum, dan untuk memasak. Beberapa kontaminan yang dihilangkan selama proses pemurnian air meliputi bakteri, alga, virus, jamur, dan bahan-bahan kimia, dan logam berat yang dapat menimbulkan masalah bagi kehidupan manusia<sup>[4]</sup>.

Secara umum ada tiga metode yang sering digunakan dalam pengolahan air yaitu:

#### 1. Pengolahan air secara fisis

Pengolahan air secara fisis adalah pengolahan air di mana cara utama yang

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

dilakukan adalah dengan menggunakan teknik filtrasi dan sedimentasi. Filtrasi adalah suatu langkah pemurnian untuk memisahkan padatan dari cairannya dengan menggunakan suatu media filter. Sedimentasi adalah langkah pemurnian untuk memisahkan padatan dari cairannya dengan menggunakan gaya gravitasi.

## 2. Pengolahan air secara kimiawi

Pengolahan air dengan metode kimiawi biasanya diartikan sebagai suatu proses pengolahan air untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan yang terkandung dalam air, dengan cara penambahan bahan-bahan kimia atau dengan melakukan proses kimiawi.

## 3. Pengolahan air secara biologis

Pengolahan air secara biologis dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan organisme-organisme yang berbahaya yang terdapat dalam air. Secara umum pengolahan air secara biologi dibagi menjadi 2 kategori yaitu: pengolahan secara aerob dan pengolahan anaerob<sup>[2,5,6,7]</sup>.

Beberapa tahapan pengolahan air:

### 1. Pengolahan air tahap awal (*Preliminary water treatment*)

Pengolahan air tahap awal didefinisikan sebagai suatu proses yang dilakukan untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan yang terdapat dalam air yang dapat menyebabkan timbulnya masalah pada proses pengolahan selanjutnya.

### 2. Pengolahan air tingkat pertama (*Primary water treatment*)

Pengolahan air tingkat pertama adalah proses yang dilakukan untuk menghilangkan atau memisahkan padatan yang dapat diendapkan dan bahan-bahan lainnya. Pada pengolahan air tahap ini, metode yang sering digunakan adalah metode pengolahan secara fisis. Pada umumnya air yang melewati proses pengolahan tingkat pertama akan dilanjutkan pada pengolahan air tahap kedua. Beberapa cara atau tahapan pengolahan air pada pengolahan air tingkat pertama adalah: penyimpanan, penyaringan, *pre-conditioning*, dan *pre-chlorination*.

### 3. Pengolahan air tingkat kedua (*Secondary water treatment*)

Pada tahapan ini biasanya air akan diolah untuk menghilangkan atau

memisahkan bahan-bahan organik dan bahan bukan organik yang *biodegradable* serta menghilangkan mikroorganisme. Pada tahap ini metode pengolahan yang digunakan adalah metode pengolahan secara biologis dan metode pengolahan secara kimiawi ataupun penggabungan dari keduanya. Beberapa cara atau tahap pengolahan air tingkat kedua meliputi: pengontrolan pH, koagulasi dan flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

### 4. Pengolahan air tingkat lebih lanjut (*Advanced/ tertiary water treatment*)

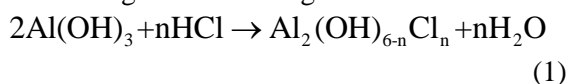
Pengolahan air pada tahap ini merupakan pengolahan air setelah pengolahan air tahap kedua untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang spesifik seperti: nutrient, racun, logam-logam berat, dan bahan lainnya yang tidak dapat dihilangkan pada tahap pengolahan air sebelumnya. Pengolahan air tingkat lanjut ini bertujuan untuk menghilangkan atau membunuh mikroorganisme patogen seperti: virus, bakteri, termasuk *Escherichia coli*, *Campylobacter* dan *Shigella*, dan protozoa, meliputi *G. lamblia* dan *Cryptosporidia*, dan logam-logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia yang masih terdapat dalam air. Untuk menghilangkan mikroorganisme yang patogen cara yang sering dilakukan adalah dengan penambahan senyawa disinfektan, prosesnya dikenal dengan *disinfection*. *Disinfection* adalah langkah terakhir dalam pengolahan air minum. Beberapa disinfektan yang sering digunakan untuk pengolahan air adalah klorin, klorin dioksida, ozon, bromin, iodin, fenol, alkohol, dan dapat pula dengan *UV radiation*<sup>[8]</sup>. Untuk menghilangkan kandungan logam berat yang berbahaya seperti arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), timbal (Pb), tembaga (Cu), Zink (Zn), biasanya dilakukan dengan cara kimiawi yaitu dengan menambahkan senyawa kimiawi yang dapat mengikat logam berat tersebut dan dapat mengendapkannya<sup>[4]</sup>.

Koagulasi dan flokulasi merupakan suatu metode pemurnian yang bekerja dengan menggunakan bahan kimia. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan koloid, sedangkan flokulasi adalah aglomerasi dari partikel yang

terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel yang terendapkan. Partikel-partikel ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisis. Melalui proses koagulasi ini, kekokohan partikel koloid ditiadakan, sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid, sehingga muatan partikel menjadi netral. Penetrasi muatan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid. Flokulasi merupakan kelanjutan dari proses koagulasi, di mana, mikroflok hasil koagulasi mulai menggumpal membentuk flok-flok yang lebih besar (makro flok) yang akan dengan mudah dapat diendapkan. Proses penggumpalan ini tergantung dari waktu dan pengadukan lambat dalam air<sup>[9,10,11]</sup>.

Beberapa macam koagulan yang sering digunakan dalam proses penjernihan air adalah *Poly Aluminium Chloride (PAC)*, aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), ferri klorida ( $\text{FeCl}_3$ ), dan ferri sulfat ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Pada umumnya koagulan yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah aluminium sulfat atau yang lebih dikenal dengan tawas.

*PAC* adalah garam khusus pada pembuatan aluminium klorida yang mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada aluminium yang biasa dan garam-garam besi seperti aluminium sulfat atau ferri klorida. Kegunaan dari *PAC* adalah sebagai koagulan atau flokulan untuk menguraikan larutan yang keruh dan menggumpalkan partikel, sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya<sup>[12]</sup>. *PAC* mempunyai rumus umum kimia:  $\text{Al}_2(\text{OH})_{6-n}\text{Cl}_n \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ( $n=1-5$ ). Pembuatan *PAC* dapat dilakukan dengan mereaksikan aluminium dengan asam klorida 5-15 % (aluminium eksek terhadap hidrogen klorida), pada suhu  $67-97^\circ\text{C}$  atau dengan mereaksikan aluminium hidroksida dengan asam klorida dengan reaksi sebagai berikut:



Keberadaan *PAC* sering dinyatakan sebagai perbandingan molar antara aluminium dan kloridanya ( $2/n$ ) atau sering juga dinyatakan

berdasarkan basisitasnya, yang secara matematis didefinisikan dengan persamaan:

$$\text{Basisitas} = \frac{\text{Jumlah muatan}(\text{OH}^-)}{\text{Jumlah muatan}(\text{Cl}^-)} = \frac{(6-n)}{n} \cdot 100\% = (6/n - 1) \cdot 100\% \quad (2)$$

Basisitas adalah kemampuan ion  $[\text{Al}_2(\text{OH})_{6-n}]^{n+}$  dalam mengikat ion  $\text{Cl}^-$  dari  $\text{HCl}$  membentuk  $\text{Al}_2(\text{OH})_{6-n}\text{Cl}_n$  (*PAC*). Kestabilan larutan *PAC* bergantung pada basisitasnya. *PAC* dengan perbandingan molar aluminium dan klorida antara 0,5:1 sampai 1,6:1 (atau basisitas berkisar antara 30-75%) akan membentuk kristal yang kecepataannya tergantung pada suhu dan konsentrasi larutan tersebut.

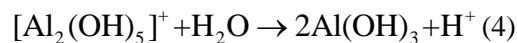
Keuntungan penggunaan *PAC* sebagai koagulan dalam proses penjernihan air adalah sebagai berikut<sup>[13,14,15,16]</sup>.

1. Korosivitasnya rendah karena *PAC* adalah koagulan bebas sulfat sehingga aman dan mudah dalam penyimpanan dan transportasinya.
2. Pada umumnya koagulan yang digunakan akan membentuk logam hidroksida. Penggunaan koagulan aluminium sulfat menyebabkan pelepasan sebuah ion hidrogen untuk tiap gugus hidrogen yang dihasilkan. Ion hidrogen yang dihasilkan ini menyebabkan penurunan pH yang cukup tajam, sehingga air yang diolah menjadi lebih asam. Pada penggunaan *PAC* sebagai koagulan, pH air hasil pengolahan tidak mengalami penurunan pH yang cukup tajam seperti pada penggunaan koagulan aluminium sulfat. Hal ini dapat dilihat dari reaksi yang terjadi sebagai berikut:

Aluminium sulfat:



*PAC*:



Dari reaksi di atas dapat dilihat bahwa pada reaksi hidrolisis, aluminium sulfat dalam air melepas ion  $\text{H}^+$  sebanyak  $6\text{H}^+$ , sedangkan pada reaksi hidrolisis *PAC* hanya dilepaskan 1 buah ion  $\text{H}^+$ . Hal ini akan menyebabkan pH air yang menggunakan aluminium sulfat akan bersifat lebih asam daripada yang menggunakan koagulan *PAC*.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kadar *PAC* yang ditambahkan dalam pengolahan air, waktu pengadukan, dan kecepatan pengadukan yang memberikan hasil terbaik pada penjernihan air sungai Kalimas Surabaya, dan membandingkan kualitas air hasil penjernihan dengan Standar Baku Mutu Air Golongan A.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Pada penelitian ini digunakan koagulan *PAC* dengan karakteristik pH 4,35; basisitas 31,22 %; kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,5726 %; kadar Cl 4,24 %; densitas 1,095 gram/mL, dan air sungai Kalimas Surabaya yang diambil dari lokasi sekitar Monumen Kapal Selam Surabaya pada musim hujan (7 Febuari 2006) dan musim kemarau (3 September 2006). Hasil analisis air sungai tersebut disajikan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Analisis sampel air sungai pada musim hujan (7 Febuari 2006)

Parameter	Sesaat setelah pengambilan	Setelah 24 jam
pH	6,8	6,8
Turbiditas	98,3 NTU	17,2 NTU
Berat Jenis	0,997 gr/ cm <sup>3</sup>	0,997 gr/ cm <sup>3</sup>
TSS	226,8 mg/ L	22,3 mg/ L
TDS	37 mg/ L	6 mg/ L

**Tabel 2.** Analisis sampel air sungai pada musim kemarau (3 September 2006)

Parameter	Sesaat setelah pengambilan	Setelah 24 jam
pH	7,44	7,43
Turbiditas	6,3 NTU	5,4 NTU
Berat Jenis	0,977 gr/ cm <sup>3</sup>	0,997 gr/ cm <sup>3</sup>
TSS	33,2 mg/ L	11,2 mg/ L
TDS	11 mg/ L	-- mg/ L

### Prosedur Penelitian

Pembuatan larutan *PAC* dilakukan dengan cara mereaksikan logam aluminium (1x1cm) dengan 400 mL larutan HCl 2:1 dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan *water bath* pada temperature 90°C selama 24 jam. Larutan hasil pelarutan kemudian dianalisis berat jenis, pH, kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , basisitas, dan kadar Cl<sup>-</sup>.

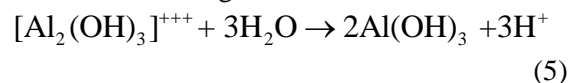
Untuk mengetahui karakter dari bahan baku air yang digunakan pada penelitian ini,

sampel air sungai didiamkan selama 24 jam agar partikel-partikel pengotor dapat diendapkan dengan gaya gravitasi. Hal ini dilakukan agar pengolahan air awal yang dilakukan dalam penelitian mendekati cara yang dilakukan oleh perusahaan penyedia air bersih. Setelah didiamkan selama 24 jam, dilakukan analisis lagi terhadap filtrat dari air untuk ditentukan pH, turbiditas, TSS, dan TDS. Data ini digunakan sebagai pembanding antara sampel air yang belum dilakukan *treatment*, dengan air yang telah mengalami *treatment* menggunakan koagulan *PAC*. Proses penjernihan air dilakukan dengan cara mencampurkan koagulan *PAC* dengan 1 L sampel air sungai Kalimas yang diambil di sekitar lokasi Monumen Kapal Selam Surabaya dalam gelas beaker. Campuran kemudian diaduk dan didiamkan selama 2 jam sampai flok yang terbentuk dapat mengendap. Selanjutnya dilakukan analisis pH larutan, TSS, TDS, dan turbiditas larutan.

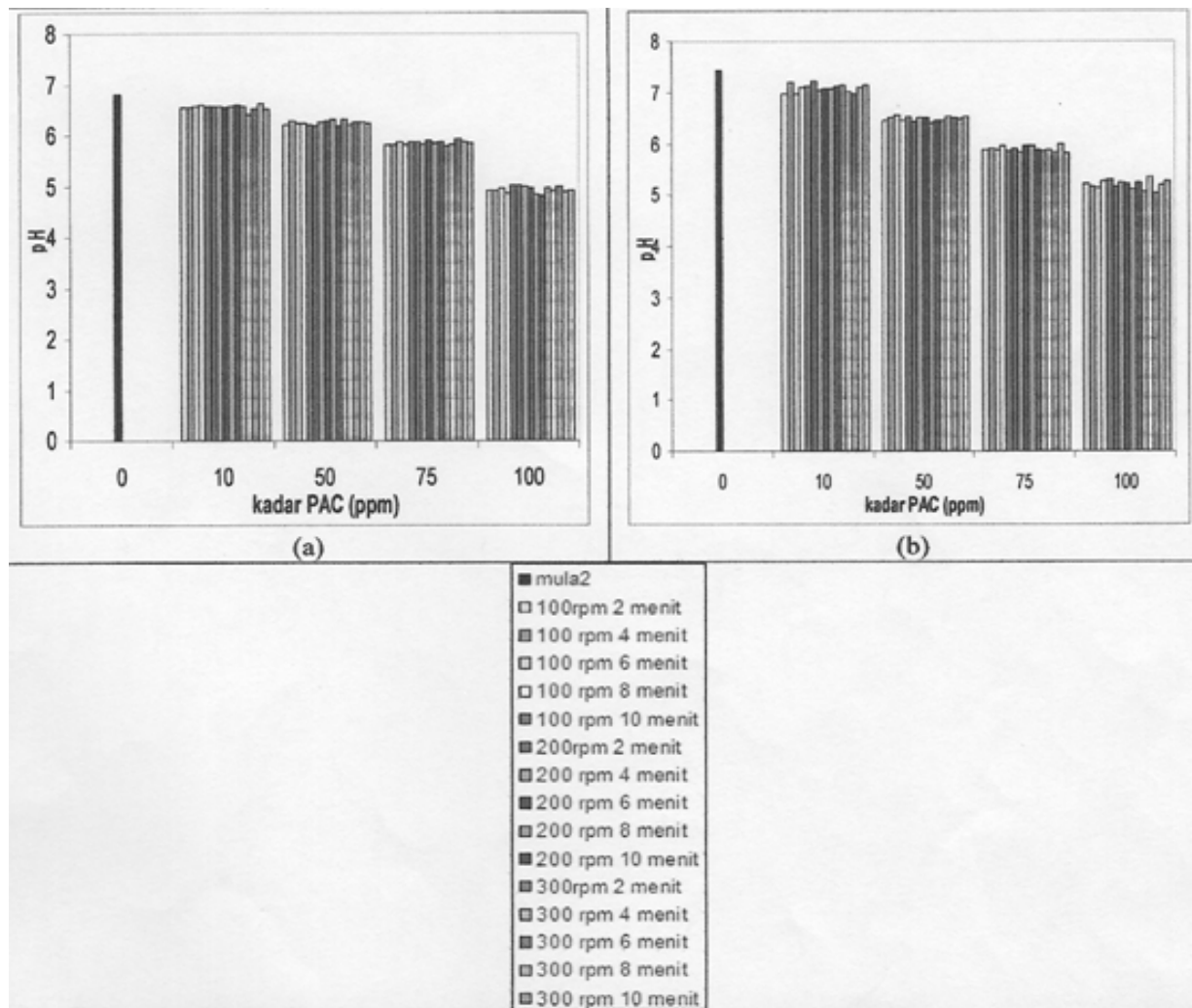
## HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh kadar *PAC*, kecepatan dan waktu pengadukan terhadap pH air sungai.

Dari Gambar 1 di bawah tersaji bahwa analisis sampel air sungai mula-mula untuk variabel pH, didapat pH air pada musim hujan 6,8 dan pada musim kemarau pH air sungai 7,44. Pada musim kemarau pH air sungai bersifat lebih basa karena pada musim kemarau konsentrasi detergent dalam air sungai lebih tinggi daripada musim hujan. Nilai pH air sungai hasil penjernihan akan semakin rendah dengan bertambahnya kadar *PAC*. Hal ini disebabkan semakin besar kadar *PAC* yang ditambahkan dalam sampel air, semakin banyak ion H<sup>+</sup> yang dilepaskan dalam air. Hal ini dapat dijelaskan melalui reaksi sebagai berikut<sup>[3]</sup>:



Waktu pengadukan tidak mempengaruhi nilai pH larutan. Berapapun variasi waktu pengadukan yang digunakan pada setiap kadar koagulan yang ditambahkan tidak mengubah nilai pH larutan. Demikian pula dengan kecepatan pengadukan. Kondisi ini berlaku untuk pengolahan air yang diambil pada musim kemarau dan musim hujan.



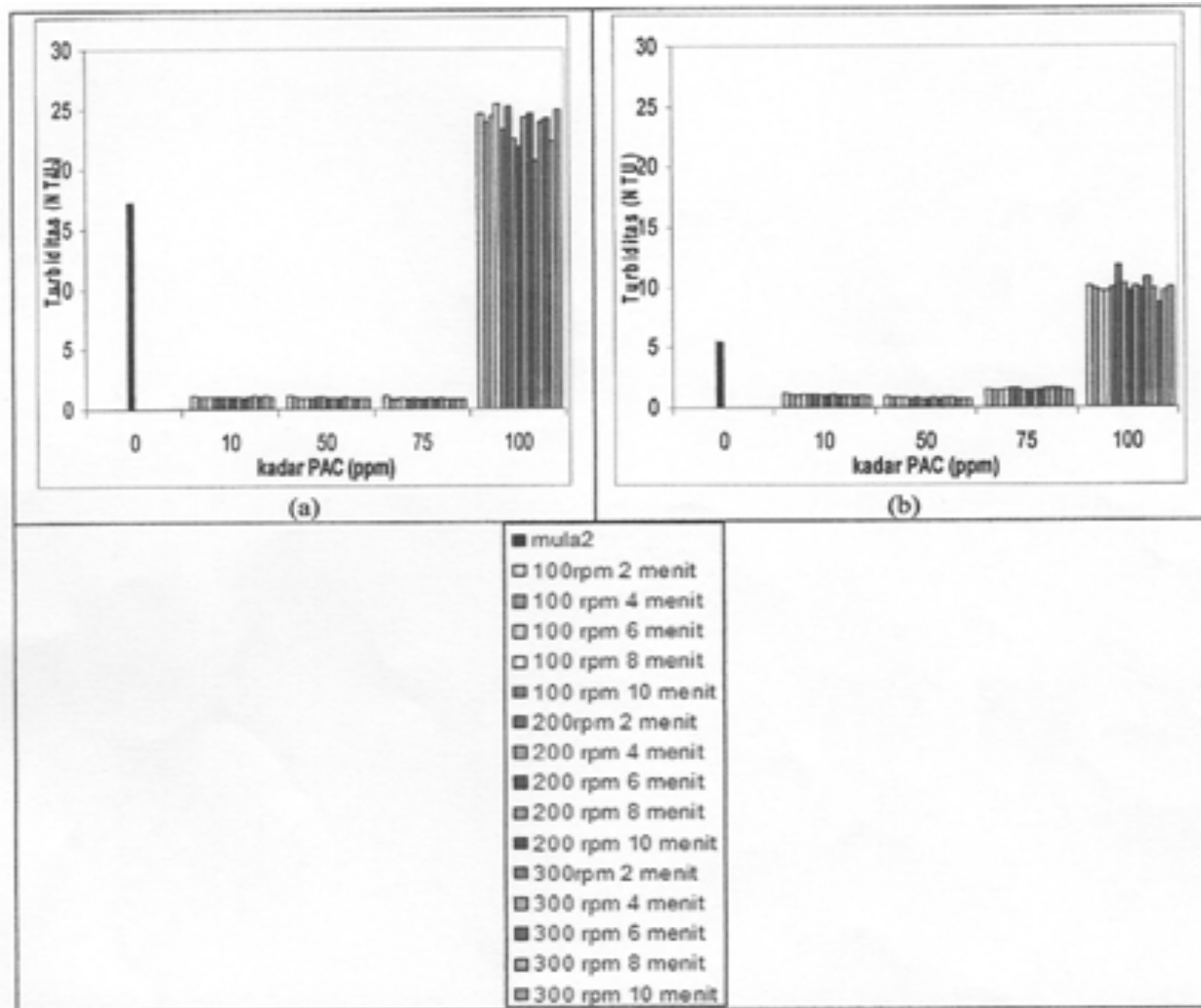
Gambar 1. Pengaruh kadar PAC, waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan terhadap pH larutan pada: (a) musim hujan, (b) musim kemarau

#### Pengaruh kadar PAC, kecepatan dan waktu pengadukan terhadap turbiditas air sungai

Pada analisis sampel air sungai mula-mula untuk variabel turbiditas, didapat turbiditas air pada musim hujan 98,3 *NTU* dan pada musim kemarau 6,3 *NTU*. Pada musim hujan, air sungai keadaannya lebih keruh, karena air hujan membawa partikel koloid dari daratan ke sungai.

Dari Gambar 2 dapat dilihat pada musim hujan memperlihatkan bahwa semakin besar kadar PAC yang ditambahkan pada kisaran 10-75 ppm, turbiditas larutan menjadi semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin banyak partikel koloid dalam air yang dinetralkan dengan muatan positif koagulan PAC, sehingga filtrat air menjadi lebih jernih. Filtrat air menjadi lebih jernih tersebut karena

partikel koloid dalam air sebagai penyebab kekeruhan bereaksi dengan muatan positif dari koagulan yang kemudian membentuk flok yang dapat mengendap. Pada penambahan PAC dengan kadar 100 ppm nilai turbiditas menjadi tinggi (rata-rata 23 *NTU*). Penambahan koagulan merupakan penambahan kation untuk menetralsasi muatan negatif partikel koloid dalam air sehingga terjadi gaya *Van der Waals*, sehingga partikel koloid terflokulasi. Pada PAC penambahan kadar 100 ppm kation yang dilepaskan terlalu berlebih daripada yang dibutuhkan oleh partikel koloid dalam air yang bermuatan negatif untuk membentuk flok. Akibatnya akan terjadi penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan



Gambar 2. Pengaruh kadar *PAC*, waktu pengadukan, dan kecepatan pengadukan terhadap turbiditas larutan (a) musim hujan, (b) musim kemarau

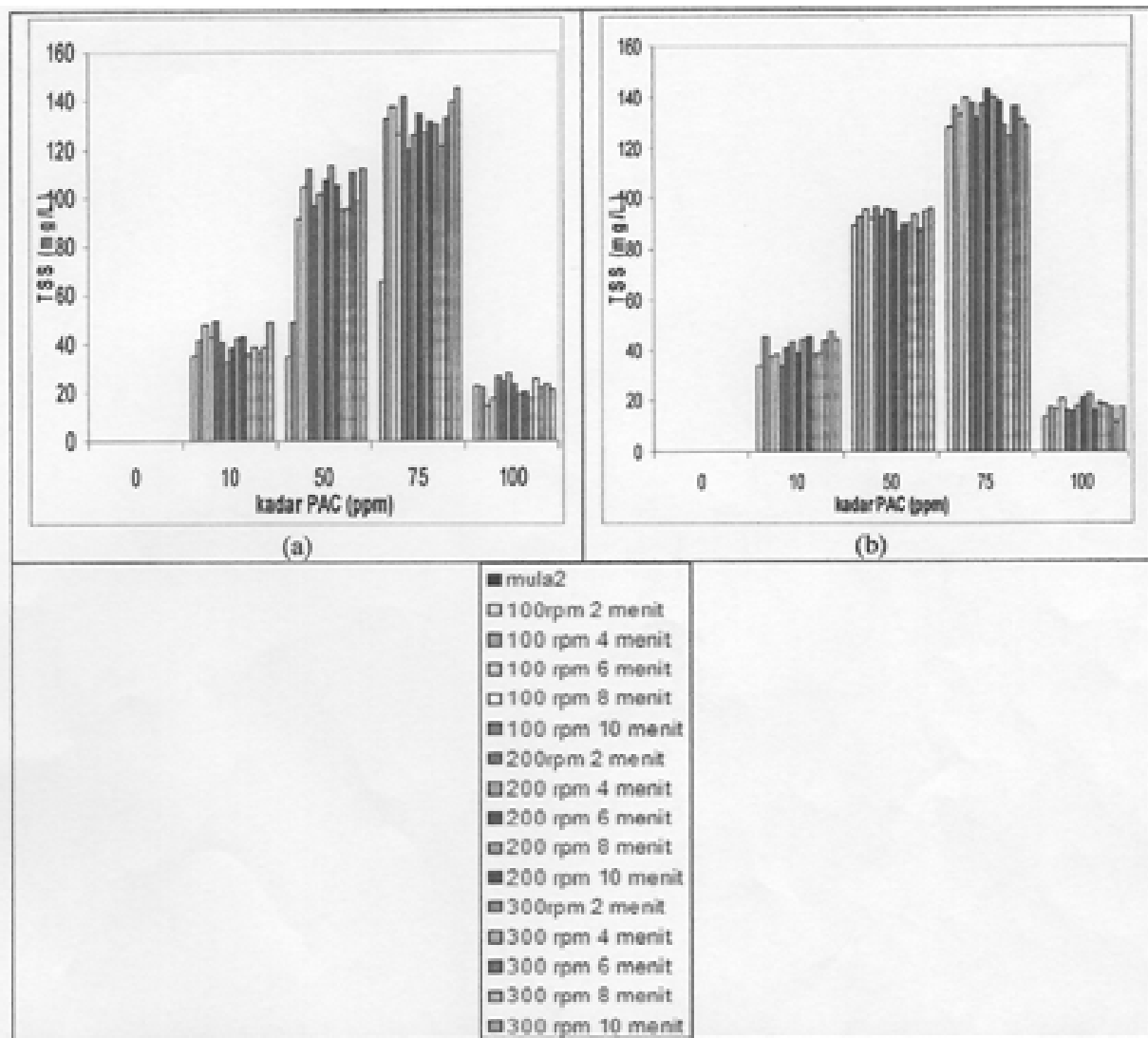
terjadi gaya tolak-menolak antar partikel, sehingga terjadi deflokulasi flok. Deflokulasi flok akan menyebabkan larutan menjadi semakin keruh dan nilai turbiditas air sungai menjadi meningkat.

Pada musim kemarau memperlihatkan bahwa semakin besar kadar *PAC* dari 10-50 ppm turbiditas menurun. Pada penambahan *PAC* dengan kadar yang lebih besar yaitu 75-100 ppm turbiditas larutan yang dihasilkan meningkat karena penambahan koagulan yang berlebih menyebabkan terjadinya deflokulasi dan turbiditas larutan naik. Tetapi hasil penelitian pada musim hujan, menunjukkan bahwa penambahan *PAC* dengan kadar 75 ppm memberikan hasil turbiditas larutan yang lebih

baik daripada penambahan *PAC* dengan kadar 50 ppm. Hal ini disebabkan pada penambahan *PAC* dengan kadar 75 ppm untuk musim kemarau sudah terlalu berlebih sehingga menyebabkan deflokulasi flok.

Waktu dan kecepatan pengadukan tidak mempengaruhi nilai turbiditas, hal ini disebabkan karena sisa partikel koloid setelah dilakukan *treatment* dalam air sangat kecil, sehingga nilai turbiditas yang dihasilkan relatif konstan. Kondisi ini berlaku, baik pengolahan air di musim hujan dan musim kemarau.

*Total Suspended Solid (TSS)* merupakan flok yang terbentuk karena adanya penetralan muatan negatif dari koloid penyebab kekeruhan air dengan muatan positif dari koagulan *PAC*.



**Gambar 3.** Pengaruh kadar PAC, waktu pengadukan, dan kecepatan pengadukan terhadap TSS  
(a) musim hujan, (b) musim kemarau

Dari Gambar 3 (a) dan (b) terlihat nilai TSS dipengaruhi oleh kadar PAC yang ditambahkan. Semakin besar kadar PAC yang ditambahkan pada kisaran 10-75 ppm, semakin banyak muatan positif yang dihasilkan, maka jumlah flok yang terbentuk semakin banyak. Hal ini dapat dijelaskan karena dengan semakin banyaknya kation dari koagulan yang dihasilkan, maka semakin banyak pula partikel koloid dalam air sungai yang dinetralkan dan membentuk flok, sehingga nilai TSS akan menjadi meningkat. Pada penambahan PAC dengan kadar 100 ppm, jumlah TSS yang terbentuk menjadi sedikit karena terjadi proses adsorpsi kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga

menyebabkan deflokulasi atau restabilisasi koloid kembali. Tidak semua partikel ini dapat diendapkan karena gaya gravitasi, sebagian partikel masih dapat disaring, dan tertahan oleh medium penyaring.

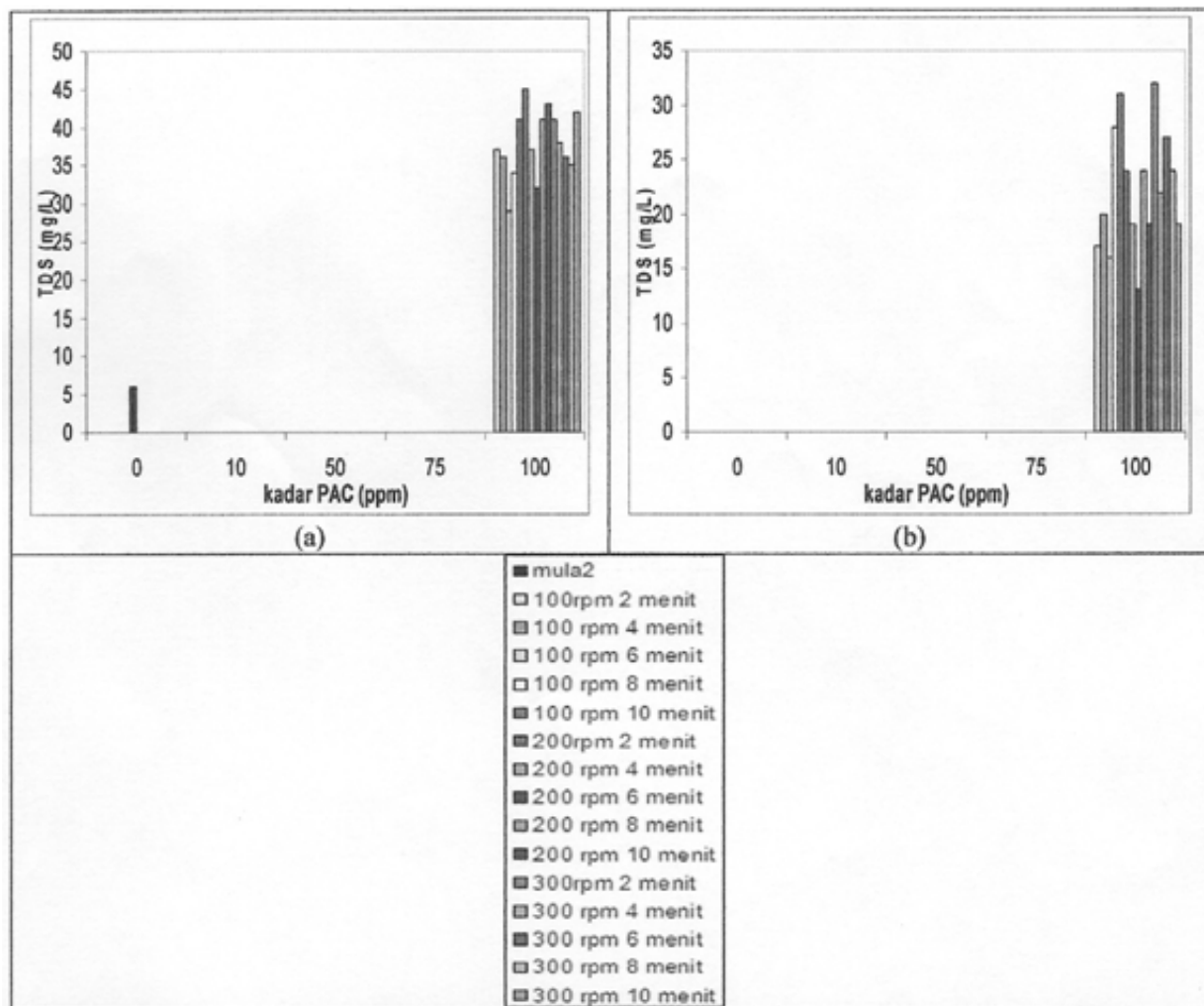
Pada musim hujan partikel-partikel koloid dalam sampel air lebih banyak dibandingkan pada musim kemarau. Hasil penelitian pada musim hujan untuk waktu pengadukan 2-10 menit dan kadar PAC 10-75 ppm terjadi peningkatan nilai TSS. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pengadukan dan semakin banyak PAC yang ditambahkan, maka reaksi penetralan dan pembentukan flok menjadi lebih maksimal, sehingga flok yang terbentuk semakin banyak dan nilai TSS menjadi meningkat. Untuk

kecepatan pengadukan 100 rpm, waktu pengadukan 2-6 menit, dan kadar PAC 10-75 ppm terjadi kenaikan nilai TSS yang cukup signifikan karena pada kecepatan ini proses pencampuran berjalan semakin lambat, sehingga ketika waktu pengadukan menjadi semakin lama, pencampuran menjadi lebih sempurna, sehingga flok yang terbentuk semakin banyak dan nilai TSS menjadi tinggi. Pada kecepatan pengadukan 200-300 rpm, waktu pengadukan 2-6 menit nilai TSS tidak mengalami kenaikan cukup signifikan karena pada kondisi kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu pengadukan yang paling rendah proses pencampuran sudah cukup baik. Pada musim kemarau untuk waktu pengadukan 2-10 menit dan kadar PAC berkisar 10-17 ppm nilai TSS relatif konstan karena partikel koloid dalam air sedikit sehingga dibutuhkan waktu yang singkat saja untuk

melakukan pencampuran yang baik. Untuk kadar PAC 100 ppm dan waktu pengadukan berkisar 2-10 menit nilai TSS lebih kecil dan relatif konstan, karena pada penambahan PAC kadar 100 ppm terjadi deflokulasi flok. Kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan tidak berpengaruh terhadap nilai TSS.

#### Pengaruh kadar PAC, kecepatan dan waktu pengadukan terhadap TDS

Dengan bertambahnya kadar PAC, nilai TDS akan semakin kecil sampai pada batas kadar PAC yang diijinkan, karena semakin banyak pengotor-pengotor dalam air yang dinetralkan oleh kogulan PAC. Tetapi ketika kadar PAC yang ditambahkan berlebih terjadi deflokulasi, sehingga akan terbentuk kembali partikel koloid dalam air, hal ini memungkinkan nilai TDS menjadi semakin besar.



**Gambar 4.** Pengaruh kadar PAC, waktu pengadukan, dan kecepatan pengadukan terhadap TDS  
(a) musim hujan, (b) musim kemarau



Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil penelitian baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau, pada penambahan *PAC* dengan kadar berkisar 10-75 ppm, nilai *TDS* tidak dapat ditentukan karena sisa partikel koloid dalam filtrat air sangat kecil, sehingga tidak dapat dianalisis. Hasil penelitian pada penambahan *PAC* dengan kadar 100 ppm, nilai *TDS* menjadi besar karena adanya partikel koloid dalam filtrat air setelah mengalami proses deflokulasi.

Sedangkan pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap nilai *TDS* tidak dapat diamati karena adanya penambahan *PAC* dengan kadar 10-75 ppm sisa partikel koloid yang larut dalam air sangat kecil. Pada penambahan *PAC* dengan kadar 100 ppm telah terjadi deflokulasi flok.

#### Perbandingan kualitas air hasil pengolahan dengan standar baku mutu air golongan A

Untuk musim hujan, air hasil pengolahan terbaik dipilih pada kadar *PAC* 75 ppm, waktu pengadukan 10 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm disajikan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat nilai turbiditas larutan 0,8 *NTU*, *TSS* 141,8 mg/L, pH larutan 5,86 *TDS*-mg/L, pada musim kemarau air hasil pengolahan terbaik dipilih pada kadar 50 ppm, waktu pengadukan 10 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm di mana nilai turbiditas larutan 0,7 *NTU*, *TSS* 96,4 mg/L, pH larutan 6,53, *TDS*—mg/L.

**Tabel 3.** Perbandingan air hasil pengolahan dengan standar baku mutu air golongan A<sup>[17]</sup>

Parameter	Standar baku mutu air golongan A (maksimal yang dianjurkan)	Standar baku mutu air golongan A (maksimal yang diperbolehkan)	Air hasil pengolahan (musim hujan)	Air hasil pengolahan (musim kemarau)
Turbiditas ( <i>NTU</i> )	5	25	0,8	0,7
pH	6,5-8,5	6,5-8,7	5,87	6,56
Kadar padatan (mg/L)	500	1500	--	--

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan didapat hasil penelitian terbaik pengolahan air sungai Kalimas Surabaya sebagai berikut:

1. Pada musim hujan pada kadar *PAC* 75 ppm, waktu pengadukan 100 rpm di mana nilai turbiditas air sungai hasil pengolahan 0,8 *NTU*; *TSS* 141,8 mg/L; pH larutan 5,86; dan *TDS* —mg/L. Pada musim kemarau air hasil pengolahan terbaik pada kadar *PAC* 50 ppm, waktu pengadukan 10 menit, dan kecepatan pengadukan 100 rpm di mana harga turbiditas air hasil pengolahan air sungai 0,7 *NTU*; *TSS* 96,4 mg/L; pH larutan 6,53; dan *TDS* —mg/L.
2. Untuk air hasil pengolahan pada musim kemarau, semua parameter penelitian telah memenuhi standar baku mutu air. Untuk musim hujan air hasil pengolahan untuk parameter pH belum memenuhi standar baku mutu air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alimuddin, "Optimasi Pengolahan Secara Konvensional Air Sungai dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya", *Jurnal Ilmiah Mahakam*, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [2] Eckenfelder, W.W., *Industrial Water Pollution Control*, Edisi Ketiga, McGraw-Hill Inc., Sydney, 2002
- [3] Hardman Ltd., *Aluminium Chloride*, <http://www.hardman.co.au>, Australia, diakses tanggal 31 Agustus 2005
- [4] Anonim, "Water Purification", <http://en.wikipedia.org/wiki/water-purification>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [5] Anonim, "Water Purification Steps", [www.lenntech.com/water-purification-steps-FAQ.htm](http://www.lenntech.com/water-purification-steps-FAQ.htm), diakses 4 Juni 2006
- [6] Anonim, "DW Fact Treatment Water", [www.waterquality.crc.org.au/DWFact/DWFact\\_Treatment\\_Water.pdf+%22water+treatment%22&hl=id&gl=id&ct=clnk&cd=22](http://www.waterquality.crc.org.au/DWFact/DWFact_Treatment_Water.pdf+%22water+treatment%22&hl=id&gl=id&ct=clnk&cd=22), diakses tanggal 4 Juni 2006
- [7] Anonim, "Water Treatment", [http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_Treatment](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_Treatment), diakses tanggal 4 Juni 2006
- [8] Anonim, "What is water disinfection", <http://www.lenntech.com/water->

- disinfection/what-is-water-disinfection.htm, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [9] Elita, N., "Optimasi Proses Koagulasi dan Flokulasi Pada Limbah Cair Yang Mengandung Melanoidin", *Jurnal Nasional Ilmu Dasar*, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [10] Anonim, "Coagulation-Flocculation", <http://www.lenctech.com/coagulation-flocculation.htm>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [11] Anonim, "Coagulant-flocculant", <http://www.lenctech.com/coagulant-flocculant.htm>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [12] Anonim, "Aluminium", <http://www.google.com/search?hl=en&ei=UTF-8&oe=%27aluminium>, diakses tanggal 31 Agustus 2005
- [13] Linggawati, A., Muhdarina, Sianturi, H., "Efektivitas Pati-fosfat dan Koagulan", *Jurnal Natur Indonesia*, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [14] Anonim, "Koagulan", <http://72.14.203.104/search?q=cache:OHJ1dEZ71OMJ:www.pu.go.id/balitbang/sni/pdf/SNI%2520-19-6784-2002.pdf+koagulan&hl=id&gl=id&ct=clnk&cd=21>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [15] Anonim, "Koagulan", <http://72.14.203.104/search?q=cache:mjnNoJVPM MJ:proceedings.itb.ac.id/download.php%Ffile%3DA03014.pdf%26id%3D57%26up%D2+koagulan&hl=id&gl=id&ct=clnk&cd=53>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [16] Anonim, "Koagulan", <http://72.14.203.104/search?q=cache:Gc0QfWm8N8wJ:proceedings.itb.ac.id/download.php%Ffile%3DA03013.pdf%26id%3D67%26up%3D3+koagulan&hl=id&gl=id&ct=clnk&cd=61>, diakses tanggal 4 Juni 2006
- [17] Standar Nasional Indonesia, "Poli Aluminium Klorida", SNI: 06-3822-1995, *Dewan Standarisasi Nasional-DSN*, Jakarta, 1995